

PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI KEMIRI SUNAN (*Making Biodiesel of Aleurites trisperma Blanco Seed*)

Djeni Hendra

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610 Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 8633413
Email: djeni_hendra@yahoo.co.id

Diterima 30 Mei 2013, Disetujui 28 Januari 2014

ABSTRACT

Due to limitation of resources the availability of fossil fuel is becoming decreasing, an alternative fuel is needed such as Aleurites trisperma Blanco seed before of big potential as source for plantation, the composition of seed kernel has a high level of oil (43.3%).

Biodiesel production process was done in the laboratory, its objective to establish the optimum condition. The addition of catalyst H_3PO_4 (degumming process) of 0.5%, 0.75%, 1%. The esterification treatment use a methanol catalyst mixture of 10%, 15%, 20% with HCl and H_2SO_4 of 0.5%, 0.75% and 1%. The transesterification treatment use a methanol catalyst mixture of 10%, 15% and 20% with KOH and NaOH of 0.2%, 0.4%, 0.6%. Optimum results will be applied to biodiesel production in large scale.

In making Aleurites trisperma Blanco biodiesel which meet the Indonesian National Standard quality (SNI), chemical used were mixture of methanol 20% (v/v) and catalyst NaOH 0.6% (w/v), where resulting in biodiesel with moisture content 0.05 %, acid number 0.76 mg KOH/g, free fatty acid content 0.38 %, density 865 kg/m³, kinetic viscosity at 40 °C of 5.41 mm²/s (cSt), base number 101.49 mg KOH/g, alkyl ester content 104.55% massa, iod number 109.73 g I₂/100 g, cetane number 59.08, and yield of biodiesel oil 79.92%.

Keywords: Aleurites trisperma Blanco seed, oil, biodiesel, diesel fuel

ABSTRAK

Ketersediaan bahan bakar minyak semakin menipis, oleh karena itu dibutuhkan bahan bakar alternatif. Biji kemiri sunan (*Aleurites trisperma* Blanco) merupakan salah satu bahan yang memiliki potensi cukup besar untuk dijadikan biodiesel, karena inti bijinya memiliki kandungan minyak mentah yang cukup tinggi yaitu sebesar 43,3%.

Proses pembuatan biodiesel dilakukan secara laboratorium dengan tujuan untuk menetapkan kondisi optimum. Penambahan katalis H_3PO_4 (proses *degumming*) sebesar 0,5%, 0,75%, 1%, perlakuan esterifikasi menggunakan campuran katalis metanol sebesar 10%, 15%, 20% dengan HCl, dan H_2SO_4 sebesar 0,5%, 0,75% dan 1%. Pada perlakuan transesterifikasi digunakan campuran katalis metanol sebesar 10%, 15%, 20% dengan KOH dan NaOH sebesar 0,2%, 0,4%, 0,6%. Hasil yang optimum akan diterapkan pada pembuatan biodiesel skala besar.

Pembuatan biodiesel dari minyak biji kemiri sunan, mutunya sudah sesuai dengan persyaratan ketentuan standar biodiesel (SNI-2006) dengan menggunakan campuran metanol 20% (v/v) dan katalis NaOH 0,6% (b/v), menghasilkan nilai kadar air sebesar 0,05%, bilangan asam 0,76 mg KOH/g, kadar asam lemak bebas 0,38%, densitas 865 kg/m³, viskositas kinematik pada suhu 40°C 5,41 mm²/s (cSt), bilangan penyabunan 101,49 mg KOH/g, kadar alkil ester 104,55% massa, bilangan Iod 109,73 g I₂/100 g, angka setana 59,08 dan rendemen minyak biodiesel sebesar 79,92%.

Kata kunci : Biji kemiri sunan, minyak, biodiesel, bahan bakar diesel

I. PENDAHULUAN

Penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar ternyata selain tidak terbarukan juga memberikan beberapa efek negatif bagi lingkungan seperti dapat memicu terjadinya pemanasan global. Hasil pembakaran yang tidak sempurna dari minyak bumi sangat berbahaya bagi lapisan ozon yang juga dapat memicu terjadinya hujan asam (Reijnders, 2006). Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan bakar alternatif yang bersifat baru, terbarukan dan ramah lingkungan.

Biodiesel pada umumnya diklasifikasikan sebagai mono-alkil ester dari lemak atau minyak yang mempunyai potensi sangat besar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar karena mempunyai banyak keuntungan dari segi lingkungan. Keuntungan penggunaan biodiesel diantaranya adalah dapat diperbaharui, penggunaan energi lebih efisien, dapat menggantikan penggunaan bahan bakar diesel dan turunannya dari bahan bakar minyak serta dapat digunakan pada kebanyakan motor diesel dengan tidak perlu modifikasi, dapat mengurangi emisi yang menyebabkan pemanasan global, mengurangi emisi gas beracun dari knalpot, bersifat “*biodegradable*” dan mudah digunakan (Tyson, 2004).

Penelitian pembuatan biodiesel yang telah dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan diantaranya adalah menggunakan bahan baku dari biji jarak pagar, nyamplung, kepuh, kesambi dan bintaro, dari semua bahan baku minyak nabati ini sifat fisiko-kimianya berbeda-beda dan juga proses pengolahannya. Sehubungan dengan itu, penelitian tentang pemanfaatan jenis-jenis pohon dari hutan tanaman yang bijinya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel perlu terus dilakukan dan ditingkatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat biodiesel yang di buat dari minyak biji kemiri sunan (*Aleurites trisperma* Blanco).

Tanaman kemiri sunan tumbuh pada daerah sebaran luas dari elevasi 0 - 1.200 m dpl, dan tumbuh optimal pada ketinggian sekitar 0 - 750 m dpl, dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, dan tipe iklim. Biji kemiri sunan terdiri dari cangkang (35 - 45%) dan daging buah (55 - 65%), daging buah mengandung 55% minyak yang berwarna

kuning agak kegelapan. Kandungan asam lemak minyak kemiri sunan terdiri atas asam stearat, oleat, linoleat, dan asam α -eleostearat (BPPP-2009). Minyak ini mengandung racun sehingga tidak dapat dikonsumsi karena mengandung asam α -eleostearat dalam minyak merupakan senyawa yang mengakibatkan minyak kemiri sunan beracun (Vossen dan Umali, 2002).

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah biji kemiri sunan asal Jawa Barat, akuades, KOH, metanol pa, etanol pa, asam asetat glasial, asam sulfat, asam klorida, indikator *fenolftalein*, indikator universal, asam oksalat, kloroform pa, kalium iodida kristal, CCl_4 pa, natrium tiosulfat kristal, larutan kanji 0,5%, larutan *wijs*, KIO_3 kering dan batu didih.

Alat yang digunakan adalah: mesin pengering, mesin ekstraksi minyak sistim kontinyu, mesin filter bertekanan, alat *degumming* multi fungsi, neraca analitik, gelas piala, dan peralatan gelas kaca lainnya, *hot plate*, *magnetik stirer*, cawan porselen, viskometer *Brookfield*, *aluminium foil*, genset, stop watch (timer), dan alat uji asap.

B. Metodologi penelitian

1. Penelitian pendahuluan

Proses pembuatan biodiesel dilakukan secara laboratorium dengan tujuan untuk menetapkan kondisi optimum. Penambahan katalis H_3PO_4 (proses *degumming*) sebesar 0,5%, 0,75%, 1%, perlakuan esterifikasi menggunakan campuran katalis metanol sebesar 10%, 15%, 20% dengan HCl, dan H_2SO_4 sebesar 0,5%, 0,75% dan 1%. Pada perlakuan transesterifikasi digunakan campuran katalis metanol sebesar 10%, 15%, 20% dengan KOH dan NaOH sebesar 0,2%, 0,4%, 0,6%. Hasil yang optimum akan diterapkan pada pembuatan biodiesel skala besar.

2. Penelitian utama

Dalam penelitian utama dilakukan prosedur baku seperti yang dilakukan pada minyak nabati lain yaitu menggunakan perlakuan *degumming*, esterifikasi-transesterifikasi (*estrans*) seperti di bawah ini. Pemakaian konsentrasi bahan kimia

yang akan digunakan pada proses *degumming*, esterifikasi dan transesterifikasi, ditentukan dari hasil penelitian pendahuluan.

Minyak mentah (*crude oil*) yang sudah disaring dengan mesin filter bertekanan, kemudian di *degumming* menggunakan mesin *degumming* multi fungsi (maksimum 100 liter/batch) dengan penambahan H_3PO_4 teknis sebanyak 1% (v/v) sambil diaduk selama 60 menit pada suhu 50-60°C. Diendapkan minimal selama 3 jam, dipisahkan minyaknya dan dianalisis bilangan asamnya, jika bilangan asamnya sudah mencapai kurang dari 2 mg KOH/g dapat dilanjutkan langsung ke proses transesterifikasi, akan tetapi jika bilangan asam minyak diatas 2 mg KOH/g harus melalui proses esterifikasi.

Proses esterifikasi dilakukan jika bilangan asam dalam minyak di atas 2 mg KOH/g. Minyak yang sudah bebas *gum* minimal sebanyak 30 liter dimasukkan ke dalam reaktor *degumming* multi fungsi, selanjutnya dipanaskan sambil diaduk pada suhu 60 °C, kemudian sejumlah campuran katalis metnol 20% (v/v) dan H_2SO_4 teknis 1% (v/v) ditambahkan ke dalam minyak, proses pemanasan dijaga pada suhu 50-60°C sambil diaduk selama 1 jam, dikeluarkan dari reaktor dan didiamkan dalam tangki pemisah minimum selama 3 jam, selanjutnya dipisahkan antara minyak dan katalis metanol asam sisa reaksi.

Dalam penelitian ini proses transesterifikasi langsung dilakukan jika bilangan asam dalam minyak di bawah 2 mg KOH/g. Minyak yang sudah dipisahkan dari katalis metanol asam minimal sebanyak 30 liter dimasukkan ke dalam reaktor *degumming* multi fungsi, kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga suhunya mencapai 60°C setelah itu sejumlah campuran metanol 10% (v/v) dan katalis NaOH 0,6% (b/v) ditambahkan ke dalam minyak, proses pemanasan dijaga pada suhu 50 - 60°C sambil diaduk selama 1 jam, dikeluarkan dari reaktor dan didiamkan dalam tangki pemisah minimum selama 3 jam, selanjutnya dipisahkan antara minyak dan katalis metanol basa sisa reaksi.

Proses pencucian minyak biodiesel dari sisa metanol dan air yaitu dengan cara minyak dimasukan kembali ke dalam reaktor pencuci, dipanaskan pada suhu $\pm 35^\circ C$ kemudian

dimasukan air hangat sebanyak 30% (v/v) sambil diaduk dengan putaran rendah selama 2-5 menit di ulang tiga kali sampai air cucian pH netral (pH = 7).

Proses pemurnian minyak biodiesel yaitu dengan cara minyak dimasukan kembali ke dalam reaktor *degumming* kemudian dipanaskan pada suhu 105°C, sampai warna minyak kuning muda dan jernih.

3. Pengujian biodiesel

Pengujian sifat fisiko kimia minyak biodiesel dari bahan baku minyak biji kemiri sunan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu : kadar air, bilangan asam, kadar asam lemak bebas, densitas, viskositas kinematik, bilangan penyabunan, kadar alkil ester, bilangan iod, bilangan setana (BSN, 2006) dan uji emisi.

C. Pengolahan Data

Data yang dihasilkan pada penelitian ini berupa data hasil pengujian fisiko-kimia biodiesel, data pengujian kinerja biodiesel, data pengujian aplikasi biodiesel di lapangan pada kendaraan darat bermesin diesel, dan motor diesel. Data hasil penelitian biodiesel dianalisa secara tabulasi dan dibandingkan dengan bahan bakar solar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penelitian Pendahuluan

Pada Tabel 1 dan 2 dapat diketahui bilangan asam, kadar air, densitas, viskositas kinematik, rendemen dan penampakan minyak mentah dari biji kemiri sunan yang digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan biodiesel. Hasil analisis sifat fisiko kimia minyak mentah dari biji kemiri sunan dapat di lihat pada Tabel 1.

Hasil ekstraksi biji kemiri sunan menghasilkan minyak mentah berwarna kuning kecoklatan, hal ini menunjukkan bahwa masih banyaknya kandungan *gum* (getah) atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat, dan resin yang terkandung pada biji kemiri sunan, disamping itu sangat dipengaruhi oleh tempat tumbuh, waktu panen, penyimpanan biji, faktor genetik, dan cara ekstraksi minyak (Sudradjat *et al.*, 2007).

Tabel 1. Sifat fisiko kimia minyak mentah dari biji kemiri sunan**Table 1. Physico chemical characteristics of crude oil from *Aleurites trisperma* seed**

No.	Parameter (Parameters)	Nilai (Value)
1.	Bilangan asam (<i>Acid number</i>), mg KOH/g	13,26
2.	Kadar asam lemak bebas (<i>Free fatty acid content</i>), %	6,63
3.	Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	9,6
4.	Densitas (<i>Density</i>), kg/m ³	985,49
5.	Viskositas kinematik (<i>Kinematic viscosity</i>), mm ² /s(cSt)	26,57
7.	Rendemen (<i>Yield</i>), %	43,33
8.	Penampakan minyak mentah (<i>Crude oil appearance</i>)	Kuning kecoklatan (<i>Yellowish-brown</i>)

Tabel 2. Rendemen minyak biodiesel dari minyak biji kemiri sunan**Table 2. Biodiesel oil yield from *Alurites trisperma* seed oil**

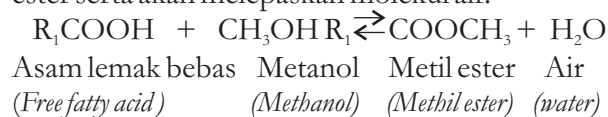
Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Minyak hasil deguming (<i>Refined oil</i>), ml	Minyak biodiesel (<i>Biodiesel oil</i>), ml	Rendemen (<i>Yield</i>), % v/v
NaOH 0,2% ME 10%	1.000	518	51.8
NaOH 0,4% ME 15%	1.000	796	79.6
NaOH 0,6% ME 20%	1.000	873	87.3
KOH 0,2% ME 10%	1.000	848	84.8
KOH 0,4% ME 15%	1.000	792	79.2
KOH 0,6% ME 20%	1.000	640	64.0

Keterangan (*Remarks*) : ME = Metanol (*Methanol*)

Rendemen minyak biodiesel tertinggi terdapat pada perlakuan transesterifikasi yang menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v) yaitu sebesar 87,3%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan transesterifikasi yang menggunakan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan NaOH 0,2% (b/v) yaitu sebesar 51,8%. Hal ini dikarenakan reaksi antara minyak dengan campuran metanol basa pada proses transesterifikasi kurang bereaksi sehingga metil ester yang dihasilkan sedikit (Tabel 2).

Minyak biodiesel yang dihasilkan dari penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa nilai

bilangan asam telah memenuhi persyaratan standar biodiesel (SNI-2006), kecuali pada perlakuan penambahan campuran katalis metanol 10% (v/v) dengan NaOH 0,2% (b/v) sebesar 0,89 mg KOH/g dan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan KOH 0,2% (b/v) sebesar 0,92 mg KOH/g, (Tabel 3). Menurut Sonntag (1982), proses esterifikasi terjadi bila asam lemak direaksikan dengan gliserol atau alkohol dan membentuk ester serta akan melepaskan molekul air.



Proses esterifikasi menghasilkan produk dengan dua lapisan yang sangat berbeda, sehingga mudah dipisahkan. Lapisan atas adalah campuran gliserol dengan sisa katalis metanol asam,

sedangkan lapisan bagian bawah adalah campuran metil ester dengan pengotor, untuk mendapatkan pemisahan secara sempurna perlu didekantasi (aging) minimal selama 3 jam.

Tabel 3. Sifat fisiko kimia minyak biodiesel dari minyak biji kemiri sunan

Table 3. Physico characteristics of biodiesel oil from *Aleurites trisperma* seed oil

Perlakuan (Treatment)	Bilangan asam (Acid number) (mg NaOH/g)	Densitas (Density) (g/ml)	Kadar air (Moisture content) (%)	Bilangan iod (Iod number) (g I ₂ /100g)	Viskositas (Kine-matic visco-sity) (cSt)	Kadar ester alkil (Alcyl ester content) (mg KOH/g)
NaOH 0,2 ME 10%	0.89	0.899	0.25	62.951	12.5	120.901
NaOH 0,4% ME 15%	0.78	0.892	0.23	67.447	9.5	121.805
NaOH 0,6% ME 20%	0.74	0.891	0.05	55.545	5,65	113.055
KOH 0,2% ME 10%	0.92	0.894	0.21	62.951	11.0	103.216
KOH 0,4% ME 15%	0.79	0.894	0.35	41.055	10.2	104.666
KOH 0,6% ME 20%	0.78	0.888	0.02	46.148	9.2	106.221
SNI-2006 biodiesel	Maks 0,80	0,850-0,890	Maks 0,05	Maks 115	2,3-6,0	Min 96,5

Keterangan (Remarks): ME = Metanol (*Methanol*)

1. Kadar air minyak

Nilai kadar air minyak biodiesel pada proses transesterifikasi yang menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v) sebesar 0,05% sedangkan yang menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan KOH 0,6% (b/v) sebesar 0,02%, sudah memenuhi persyaratan standar biodiesel (SNI-2006). Kandungan air tinggi dalam minyak nabati akan menyebabkan terjadinya hidrolisis dan akan menaikkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati. Fukuda *et al.* (2001) menyatakan bahwa keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi antara asam lemak bebas hasil hidrolisis minyak dengan katalis metanol basa yang akan menghasilkan sabun. Sabun akan mengurangi efisiensi katalis metanol basa, sehingga akan meningkatkan viskositas, terbentuk gel, dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

2. Bilangan iod

Bilangan iod minyak biodiesel berkisar antara 41,055-67,447 g I₂/100 g, nilai tersebut masih berada pada kisaran yang disyaratkan standar biodiesel (SNI-2006), yaitu maksimum 115 g I₂/100g (Tabel 3). Mesin diesel dengan bahan bakar minyak biodiesel yang memiliki bilangan Iod lebih besar dari 115 g I₂/100g, maka akan terbentuk deposit di lubang saluran injeksi, cincin piston, dan kanal cincin piston. Keadaan ini disebabkan lemak ikatan rangkap mengalami ketidakstabilan, akibat suhu panas sehingga terjadi reaksi polimerisasi dan terakumulasi dalam bentuk karbon atau pembentukan deposit (Pasae *et al.*, 2010). Apabila hasil ini dibandingkan dengan bilangan Iod minyak biodiesel dari bahan baku biji kepuh yaitu sebesar 91,20 g I₂/100g masih jauh lebih baik.

3. Densitas

Densitas minyak biodiesel kemiri sunan berkisar antara 0,888 - 0,899 g/ml (Tabel 3), nilai densitas tertinggi terdapat pada perlakuan

transesterifikasi dengan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan NaOH 0,2 % (b/v), yaitu sebesar 0,899 g/ml, sedangkan densitas terendah dan memenuhi standar SNI terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan KOH 0,6% (b/v) yaitu sebesar 0,888 g/ml. Minyak biodiesel dengan nilai densitas melebihi ketentuan persyaratan standar biodiesel (SNI-2006) yaitu berkisar antara 0,850 - 0,890 g/ml, akan meningkatkan keausan mesin, tingginya nilai emisi, dan merusak komponen mesin.

4. Viskositas

Viskositas minyak biodiesel (Tabel 3), yang dihasilkan dari berbagai perlakuan pada proses pembuatan biodiesel tidak memenuhi persyaratan standar biodiesel (SNI-2006), kecuali pada perlakuan transesterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v) sebesar 5,65 mm²/s (cSt). Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya oleh kandungan trigliserida yang tidak bereaksi dengan campuran katalis methanol basa, komposisi asam lemak penyusun metil ester, serta senyawa antara seperti monogliserida dan digliserida yang mempunyai polaritas dan bobot molekul yang cukup tinggi. Selain itu, kontaminasi gliserin juga mempengaruhi nilai viskositas biodiesel (Bajpai dan Tyagi. 2006).

5. Bilangan ester

Bilangan ester terbanyak dimiliki oleh minyak biodiesel pada perlakuan transesterifikasi yang menggunakan campuran katalis metanol 15% (v/v) dan NaOH 0,4% (b/v) sebesar 121,805 mg KOH/g. Bilangan ester dihitung sebagai selisih antara bilangan asam dan bilangan penyabunan. Meskipun tidak menunjukkan jumlah senyawa ester sebenarnya, tetapi secara teoritis bilangan ini dapat memperkirakan jumlah asam organik yang sebenarnya sebagai ester. Hasil penelitian menunjukan bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki jumlah asam organik yang tinggi (Tabel 3). Nilai tersebut masih di atas nilai standar biodiesel (SNI-2006) yaitu minimum sebesar 96,5 mg KOH/g.

B. Penelitian Utama

Berdasarkan sifat fisiko kimia pada penelitian pendahuluan, hasil terbaik didapat pada perlakuan *degumming* yang menggunakan katalis H₃PO₄ 1% (v/v), esterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan H₂SO₄ 0,5% (v/v) dan transesterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v). Perlakuan pada penelitian pendahuluan ini akan dijadikan acuan pada pembuatan minyak biodiesel pada skala besar (penelitian utama).

Tabel 4. Sifat fisiko kimia minyak biodiesel dari minyak biji kemiri sunan skala besar
Table 4. Physico-chemical characteristic of biodiesel oil from Aleiurites trisperma Seedoil at high intake scale

No.	Parameter (Parameters)	Nilai (Value)*	Standar biodiesel SNI**
1.	Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	0,05	0,05
2.	Bilangan asam (<i>Acid value</i>), mg KOH/g	0,76	0,80
3.	Kadar asam lemak bebas (<i>Free fatty acid number</i>), %	0,38	-
4.	Densitas (<i>Density</i>), Kg/m ³	865	850-890
5.	Viskositas kinematik (<i>Kinematic viscosity</i>), mm ² /s (cSt)	5,41	2,3-6,0
6.	Bilangan penyabunan (<i>Base number</i>), mg KOH/g	101,49	-
7.	Kadar ester alkil (<i>Alkil ester content</i>), % massa	104,55	Min.96,5
8.	Bilangan Iod (<i>Iod number</i>), g I ₂ /100g	109,73	Mak.115
9.	Bilangan setana (<i>Cetane number</i>)	59,08	Min.51
10.	Penampakan minyak biodiesel (<i>Biodiesel oil appearance</i>)	Kuning encer	-

Sumber (Source) :* Penelitian (Research) **, BSN. 2006

Minyak biodiesel umumnya dipengaruhi oleh nilai bilangan asam, densitas, viskositas, bilangan setana dan nilai kadar air (Tabel 4).

1. Bilangan asam

Bilangan asam adalah jumlah milligram basa yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari 1 gram minyak atau lemak, sedangkan asam lemak bebas (FFA) merupakan persentasi asam lemak bebas yang terdapat pada minyak. Bilangan asam pada minyak biodiesel dari minyak biji kemiri sunan sebesar 0,76 mg KOH/g dengan kadar asam lemak bebas (FFA) 0,38%. Nilai bilangan asam hasil produksi ini sudah memenuhi persyaratan standar biodiesel (SNI-2006) yaitu maksimum sebesar 0,8 mg KOH/g. Semakin rendah bilangan asam pada minyak biodiesel, maka semakin baik mutunya dan aman dalam penggunaannya, akan tetapi tingginya nilai bilangan asam pada minyak biodiesel dapat menyebabkan korosi dan kerusakan pada mesin diesel. Apabila hasil ini dibandingkan dengan minyak biodiesel dari biji kepuh tidak jauh berbeda yaitu sebesar 0,66 mg KOH/g dengan kadar asam lemak bebas (FFA) 0,33%.

2. Densitas

Densitas menunjukkan nisbah berat persatuan volume dari suatu cairan pada suhu tertentu. Nilai densitas minyak biodiesel hasil produksi sebesar 865 kg/m³, jika dibandingkan dengan persyaratan standar biodiesel (SNI-2006), ternyata minyak biodiesel yang diproduksi telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan (Tabel 4). Minyak biodiesel dengan nilai densitas melebihi ketentuan persyaratan standar biodiesel akan meningkatkan keausan mesin, tingginya nilai emisi, dan merusak komponen mesin, selain itu nilai densitas ini dapat dipergunakan untuk menentukan bilangan setana. semakin rendah densitas maka bilangan setana akan semakin tinggi (Srivastava dan Prasad 2000).

3. Viskositas

Viskositas minyak biodiesel hasil produksi sebesar 5,41 mm²/s (cSt), nilai viskositas ini sudah memenuhi persyaratan standar biodiesel yaitu berkisar antara 2,3-6,0 mm²/s (cSt). Tingginya viskositas minyak biodiesel dikarenakan adanya ikatan hidrogen intermolekular dalam asam lemak gugus karboksil. Nilai viskositas sebanding dengan densitas, semakin tinggi viskositas maka densitas

akan semakin tinggi (Demiebas 2008). Viskositas merupakan sifat biodiesel yang paling penting karena viskositas mempengaruhi kerja sistem pembakaran bertekanan, semakin rendah viskositas biodiesel tersebut semakin mudah dipompa dan menghasilkan pola semprotan yang lebih baik. Viskositas biodiesel dipengaruhi oleh kandungan trigliserida yang tidak bereaksi dengan metanol, komposisi asam lemak penyusun metil ester, serta senyawa antara monogliserida dan digliserida yang mempunyai polaritas dan bobot molekul yang cukup tinggi.

4. Bilangan setana

Bilangan setana minyak biodiesel hasil produksi sebesar 59,08 nilai ini telah memenuhi persyaratan standar biodiesel yaitu minimum 51. Nilai bilangan setana merupakan ukuran kualitas pembakaran atau waktu tunggu pembakaran, hal ini berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan bahan bakar cair untuk terbakar setelah dipompa ke mesin pembakaran, semakin tinggi bilangan setana, semakin cepat pula waktu tunggu pembakaran, hal ini mengakibatkan pembakaran menjadi lebih efektif dan efisien (Demiebas 2008).

5. Kadar air

Nilai kadar air minyak biodiesel yang disyaratkan standar biodiesel (0,05%), nilai ini sesuai dengan kadar air hasil produksi minyak biodiesel yaitu sebesar 0,05%. Kandungan air yang tinggi dalam minyak nabati akan menyebabkan terjadinya hidrolisis yang akan menaikkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati. Fukuda *et al.* (2001) melaporkan bahwa keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi antara asam lemak bebas hasil hidrolisis minyak dengan katalis basa yang akan menghasilkan sabun. Sabun akan mengurangi efisiensi katalis sehingga meningkatkan viskositas, terbentuk gel, dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

6. Rendemen

Rendemen minyak biodiesel hasil produksi berkisar antara 79,42-80,42 %, tinggi rendahnya rendemen biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan baku pada pembuatan minyak mentah yaitu tempat tumbuh, ketepatan waktu panen, penyimpanan biji, faktor genetik, dan kadar air

kernel, sehingga minyak yang dihasilkan mempunyai bilangan asam tinggi. Disamping itu juga sangat dipengaruhi oleh reaksi antara minyak dengan campuran katalis metanol asam dan basa pada perlakuan esterifikasi dan transesterifikasi kurang bereaksi sehingga metil ester yang dihasilkan sedikit. Rendemen biodiesel dari

minyak biji kemiri sunan dapat dilihat pada Tabel 5.

Minyak biodiesel hasil produksi jika dibandingkan dengan viskositas, densitas dan bilangan setana minyak solar mutunya masih lebih baik, kecuali nilai densitas masih diatas minyak solar yaitu sebesar 865 kg/m^3 (Tabel 6).

Tabel 5. Rendemen biodiesel dari minyak biji kemiri sunan

Table 5. Biodiesel yield from *Aleurites trisperma* seed oil

No.	Parameter (Parameters)	Minyak hasil degumming (Refined oil), ml	Minyak biodiesel (Biodiesel oil), ml	Rendemen (Yield), %
1.	Campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v)	60.000	48.250	80,42
2.	Campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v)	60.000	47,950	79,92
3.	Campuran katalis metanol 20% (v/v) dan NaOH 0,6% (b/v)	60.000	47,650	79,42

Tabel6. Perbandingan mutu biodiesel kemiri sunan terhadap minyak nabati lainnya serta minyak solar.

Table 6. Comparison of biodiesel quality between *aleurites trisperma* with another vegetable oil and solar oil

No.	Metil ester (Methyl ester)	Viskositas Kinematik (Kinematic viscosity), mm^2/s (cSt)	Densitas (Density), kg/m^3	Bilangan Setana (Cetanenumber)
1.	Kedelai (<i>Soybean</i>)*	4,0	880	45,7 – 56
2.	Sawit (<i>Palm</i>)*	4,3 – 4,5	872 – 877	63,4 – 70
3.	Biji bunga matahari (<i>sun flower seed</i>)*	4,2	882	51 – 59,7
4.	Kepuh (<i>Sterculia f</i>)**	4,24	874	64,0
5.	Minyak Solar (<i>Solar oil</i>)**	3,5 – 12	830 – 840	51
6.	Kesambi (<i>Schleichera oleosa</i> L.)**	5,41	865	59,08
7.	Minyak kemiri sunan (<i>Aleurites trisperma Blanco oil</i>)**	12,7-16,4	906-920	-

Sumber (Source):*Fukuda *et al.* (2001), ** Penelitian (Research)

7. Aplikasi

Aplikasi penggunaan minyak biodiesel kemiri sunan untuk bahan bakar mesin diesel 7 PK tanpa beban dengan tekanan gas sedang, menghabiskan minyak biodiesel sebanyak 1 l selama 3 jam. Minyak biodiesel kemiri sunan lebih irit 1 jam dibandingkan dengan minyak solar dengan mesin diesel yang sama.

Aplikasi penggunaan minyak biodiesel pada mobil pick-up mesin diesel 2500 cc tahun 1999, diperoleh konsumsi bahan bakar biodiesel dengan perbandingan 1 : 13,29 artinya untuk 1 liter minyak biodiesel kemiri sunan dapat menempuh jarak sejauh 13,29 km dengan kecepatan antara 40 - 100 km/jam dalam keadaan tanpa beban, dengan kelebihan polusi yang dikeluarkan lebih bersih dan putih warna asapnya dibandingkan dengan asap warna hitam yang dikeluarkan dari gas buang bahan bakar minyak solar.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan biodiesel berbahan baku minyak biji kemiri sunan telah menghasilkan mutu yang seluruh kriteria kualitasnya sudah sesuai dengan persyaratan standar biodiesel, yaitu kadar air sebesar 0,05%, bilangan asam 0,66 mg KOH/g, kadar asam lemak bebas 0,33%, densitas 874 kg/m³, viskositas kinematik pada suhu 40°C 4,24 mm²/s (cSt), bilangan iodium 91,20 g I₂/100 g, bilangan setana 64 dan rendemen minyak biodiesel yang dihasilkan sebesar 79,68%.

Aplikasi penggunaan minyak biodiesel kemiri sunan untuk bahan bakar mesin diesel 7 PK tanpa beban dengan tekanan gas sedang, menghabiskan minyak biodiesel sebanyak 1 l selama 3 jam.

Aplikasi penggunaan minyak biodiesel pada mobil pick-up mesin diesel 2500 cc tahun 1999, diperoleh konsumsi bahan bakar biodiesel dengan perbandingan 1 : 13,29 artinya untuk 1 l minyak biodiesel kemiri sunan dapat menempuh jarak sejauh 13,29 km dengan kecepatan antara 40 - 100 km/jam dalam keadaan tanpa beban.

DAFTAR PUSTAKA

BSN. (2006). *Biodiesel. SNI 04-7182-2006*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2009). *Tanaman perkebunan penghasil bahan bakar nabati (BBN)*. Bogor: IPB Press.

Bajpai, D., & Tyagi, V.K. (2006). Biodiesel Source, Production, Composition, Properties and its Benefits. *Journal of Oleochemical Science*, 10, 487-502.

Demiebas, A. (2008). *Biodiesel a realistic fuel alternative for diesel fuel*. London: Springer-Verlag.

Fukuda, H., Kondo, A., & Noda, H. (2001). Biodiesel fuel production by transesterification of oil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 92, 405-416.

Pasae, Y., Jalaluddin, N., Harlim, T., & Firman. (2010). Pembuatan ester metil dan ester isopropil dari minyak kepok sebagai produk antara aditif biodiesel. *Jurnal Industri Hasil Pertanian*, 5(2), 98-103.

Reinijders, L. (2006). Conditions for the sustainability of biomass based fuel use. *Energy Policy*, 34, 863-876.

Sontag, N. (1982). *Fat Splitting, Esterification and Interesterification*. New York: John Wiley & Sons.

Srivastava, a. P. (2000). Triglycerides base diesel fuels. *Journal of Renewable Sustainability Energy* 4, 111-133.

Sudradjat, R., Widyawati, Y., & Setiawan, D. (2007). Optimasi proses esterifikasi pada pembuatan biodiesel dari biji jarak pagar. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan.*, 25(3), 203-224.

Tyson, K.S. (2004). Energy efficiency and renewable energy. U.S. Department of Energy. <http://www.osti.gov/bridge>, Diakses 24 Mei 2006.

Kay, K.H. & Yasir, S.M. (2012). Biodiesel production from low quality crude jatropha oil using heterogeneous catalyst. *APCBEE Procedia*, 3, hal. 23-27.